

Tema 1.4 Tipos de SIG y MDT

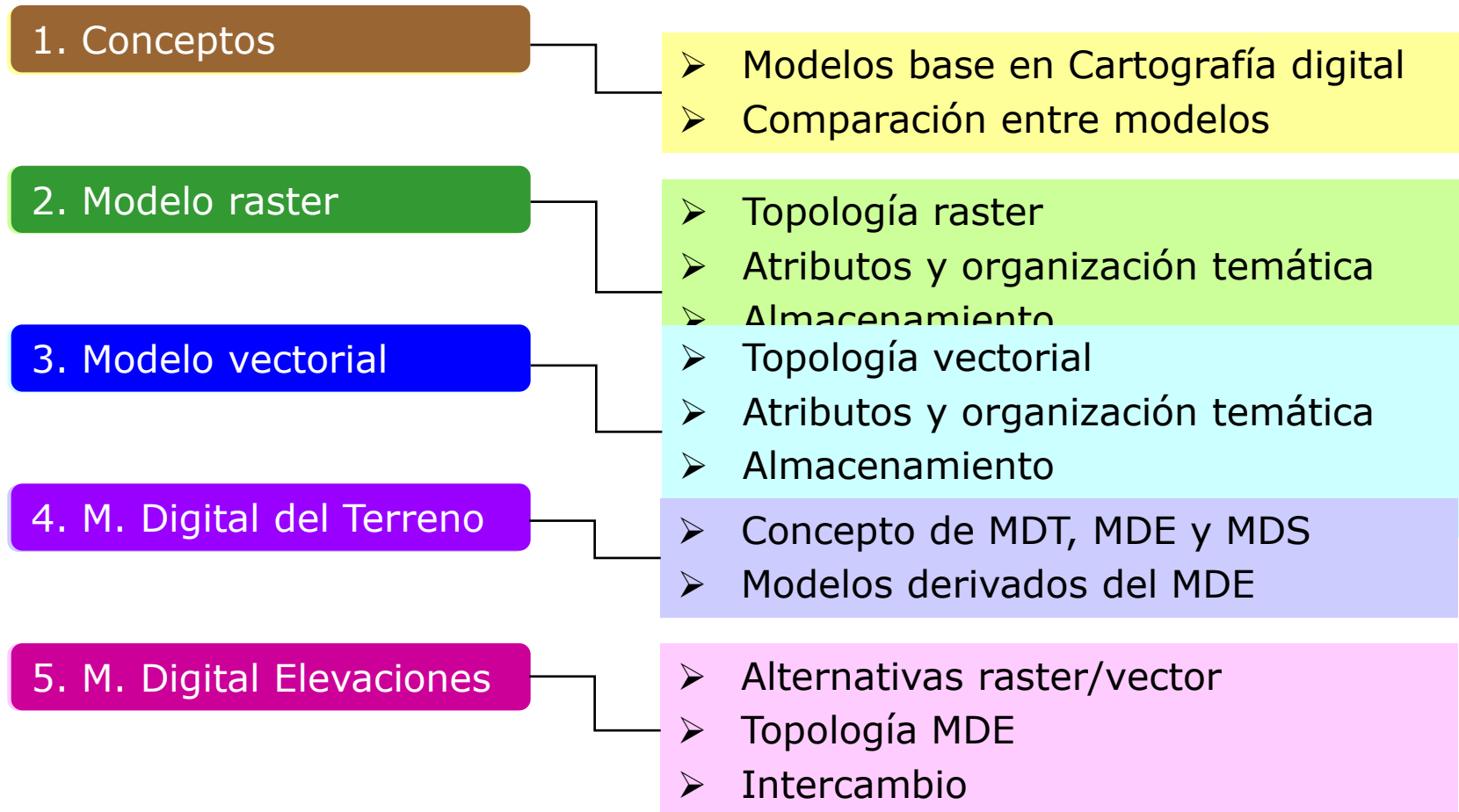
Cartografía I

2º Curso de IT en Topografía

1^{er} Cuatrimestre 2008/09

EPS Jaén

T1.4 Tipos de SIG y MDT



T1.4 Tipos de SIG y MDT

1. Conceptos

- Modelos base en Cartografía digital
- Comparación entre modelos

2. Modelo raster

3. Modelo vectorial

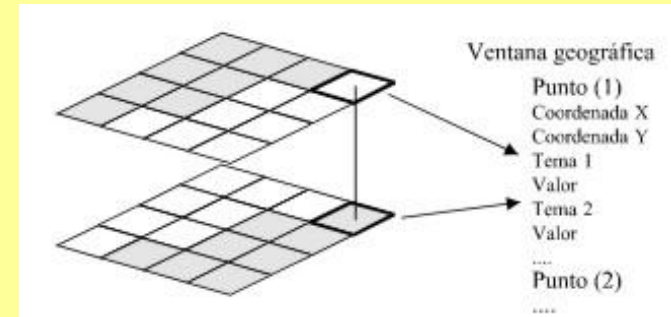
4. M. Digital del Terreno

5. M. Digital Elevaciones

T1.4 Tipos de SIG y MDT

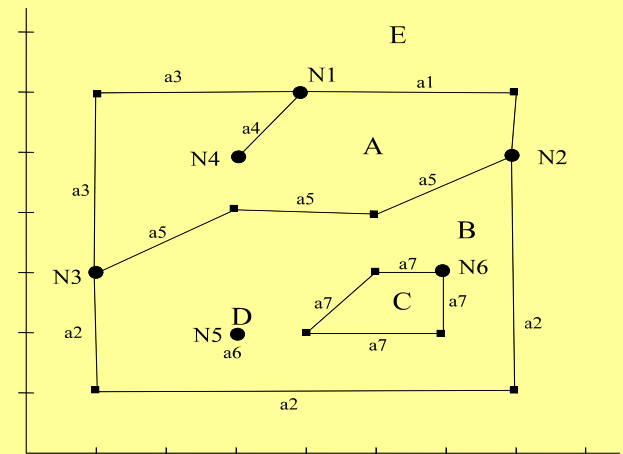
Modelo raster

- División del espacio en un conjunto de celdas que lo llenan mediante un patrón repetitivo, divisible y de uso fácil
- Los objetos se perciben de forma visual (implícitos)
- Reticencias al tratarse de una representación discontinua (como la vectorial en realidad)



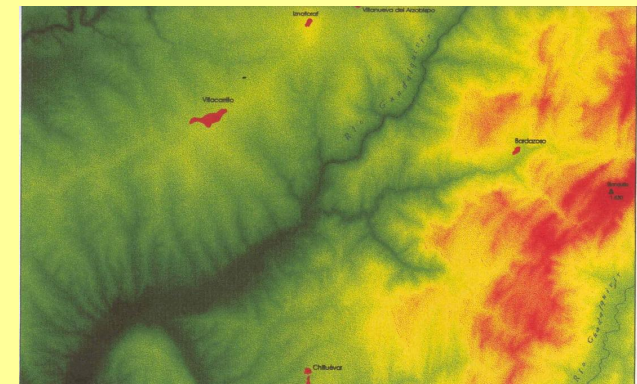
Modelo vectorial

- Puede considerarse como orientado a objeto (localización y atributos)
- Consiste en representar la realidad (explícita) mediante puntos o cadenas de puntos
- Se define como una representación continua , aunque en realidad esté discretizada en puntos



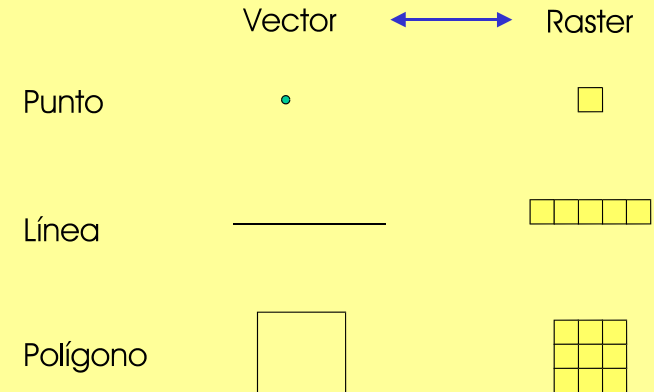
Modelos digitales del terreno

- Representa la distribución espacial de una propiedad numérica de la superficie del terreno
- Responden a modelos vectorial o raster



T1.4 Tipos de SIG y MDT

- Las ventajas e inconvenientes de cada modelo dependen del uso
- Los SIG actuales deben asegurar la integración de datos raster/vector



Operaciones	Raster	Vectorial
Captura de datos	Rápida	Lenta
Volumen de datos	Grande	Pequeño
Gráficos	Mediocres	Buenos
Estructura	Simple	Compleja
Precisión geométrica	Baja	Alta
Análisis redes lineales	Pobre	Buena
Análisis áreas y políg.	Buena	Pobre
Combinación de capas	Buena	Pobre
Generalización	Simple	Compleja

T1.4 Tipos de SIG y MDT

1. Conceptos

2. Modelo raster

- Topología raster
- Atributos y organización temática
- Almacenamiento
- Intercambio

3. Modelo vectorial

4. M. Digital del Terreno

5. M. Digital Elevaciones

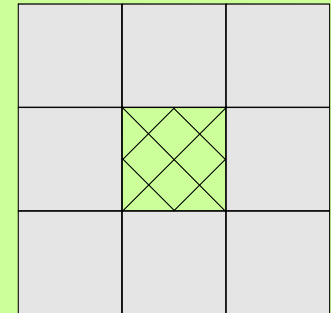
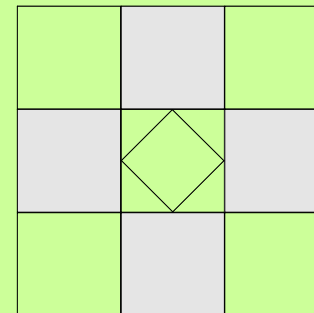
T1.4 Tipos de SIG y MDT

- Modelo de la realidad por superposición de una red o trama
- El terreno se descompone en un conjunto de celdas o teselas
- No hay límites explícitos entre los objetos
- La forma de celda: cuadrada y el tamaño relacionado con resolución
- Las dimensiones de matriz cuadrada: N (filas) y M (columnas)

- Las relaciones topológicas básicas e implícitas son las de vecindad

- Hay dos alternativas:

- Vecindad a cuatro: Celda $C_{i,j}$ vecina de $[C_{i-1, j}; C_{i+1, j}; C_{i, j-1}; C_{i, j+1}]$
- Vecindad a ocho: Celda $C_{i,j}$ vecina de $[C_{i-1, j}; C_{i+1, j}; C_{i, j-1}; C_{i, j+1}; C_{i-1, j-1}; C_{i+1, j-1}; C_{i-1, j+1}; C_{i+1, j+1}]$



- Existen multitud de relaciones topográficas de gran interés (pertenencia a ladera, pertenencia a cuenca ...), implícitas en modelos teselares
- El cálculo de estas relaciones es posible con algoritmos que requieren cálculos reiterados que exploran todos los elementos del espacio raster
- Por ejemplo, una cuenca hidrográfica se define un conjunto de celdas en el que los flujos que parten de ellas se encuentran en un mismo punto

T1.4 Tipos de SIG y MDT

- Vínculo punto-punto entre la base de datos alfanumérica y la gráfica
- Cada celdilla tiene un único valor, por lo que si pertenece a una frontera indica una pérdida de información por generalización
- Lo más común es que se corresponda con la clase más representativa sobre área de la celda

Por capas

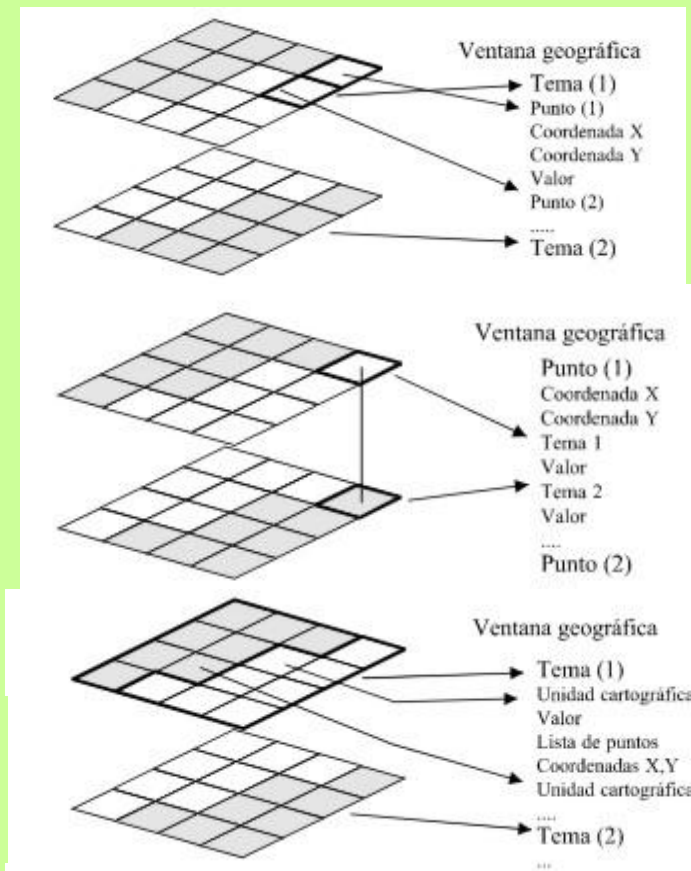
- La BD cubre diferentes temas de misma zona, se necesita estructura para relacionarlos
- La alternativa más usual consiste en disponer los temas en capas o coberturas
- El conjunto de capas de la misma zona se almacenan como ficheros independientes

Punto a punto

- Fichero único de tipo matriz tridimensional en la que cada capa se conforma como un plano

Por zonas

- Sin llegar a formar un fichero único, la gestión conjunta se consigue mediante una referencia a cada una de las partes a considerar



T1.4 Tipos de SIG y MDT

- El sistema de almacenamiento usual es exhaustivo o "row order"
- Listado de valores de las celdillas de izquierda a derecha y arriba abajo
- Suele ser en código binario, 1 Byte (255 valores) por celda

	<p>Matriz representada</p> <pre>0 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1</pre>
<p>Forma física de archivo:</p> <pre>0001001100110111</pre>	

$$T_f = T_c + T_d * N * M + T_l$$

T_f, T_c, T_d, T_l : Tamaño del fichero, de cabecera, que requiere el tipo de dato y de la cola (bytes)

N : Número de filas y M : de columnas

- En muchos casos, el almacenamiento real ocurre en 2 ficheros:
 - Imagen, sólo la información correspondiente a las celdillas
 - Cabecera con información para gestión: filas, columnas, tipo de dato ...
- Técnicas para reducir volumen de almacenaje ("*run length encoded*",...)
- La posición en espacio raster viene dada por el número de fila y columna

$$P_f = T_c + T_d \cdot [(j - 1) \cdot M + i]$$

P_f : Posición desde inicio del fichero a la celdilla; i, j : Posición en espacio raster

- Además necesario ligar esta posición raster a una posición geográfica
- La información se puede recoger en cabecera del fichero o fichero anejo

$$X_p = X_{Min} + iR_x$$

$$Y_p = Y_{Min} + (N - j)R_y$$

T1.4 Tipos de SIG y MDT

- Debido a la simplicidad de la estructura "row order", no se plantean problemas
- Intercambios a través de formatos:
 - Estándar (TIFF, GEOTIFF, JPEG, BMP, etc.)
 - Específicos de cada programa
 - ASCII o binarios
- Los programas suelen llevar además sistemas para transformar datos raster a vectoriales

T1.4 Tipos de SIG y MDT

1. Conceptos

2. Modelo raster

3. Modelo vectorial

- Topología vectorial
- Atributos y organización temática
- Almacenamiento
- Intercambio

4. M. Digital del Terreno

5. M. Digital Elevaciones

T1.4 Tipos de SIG y MDT

- El modelo vectorial está orientado a objeto
- En la BDG existen instancias que representan a fenómenos de la realidad
- Se modelan a través de primitivas gráficas y topológicas usadas para delimitar la posición espacial de los objetos y sus relaciones topológicas
- Son modelos topológicos, ligados a la teoría de grafos (base de estructuras arbóreas), muy útiles en operaciones de indexación y búsqueda
- Relaciones topológicas: Propiedades referidas al propio objeto (conectividad interior ...) o a sus relaciones con otros objetos (toca, superpone ...)

Elementos

- Elemento: Cualquiera de las abstracciones que permiten representar los aspectos espaciales de un objeto geográfico
- Vértice: Cada uno de los elementos de 0-D que conforman una línea
- Nodo: Elemento de 0-D que determina la existencia de una intersección entre otros elementos o bien el extremo de un tramo
- Línea: Secuencia ordenada de vértices que definen la posición y forma de elemento de 1-D. Describe a uno o más tramos
- Tramo: Elemento 1-D continuo, descrito por una línea, elemento base de los objetos simples lineales y de los perímetros
- Perímetro: Objeto lineal, cerrado y sin bucles, que describe el límite interior o exterior de una parte compacta de un objeto simple superficial

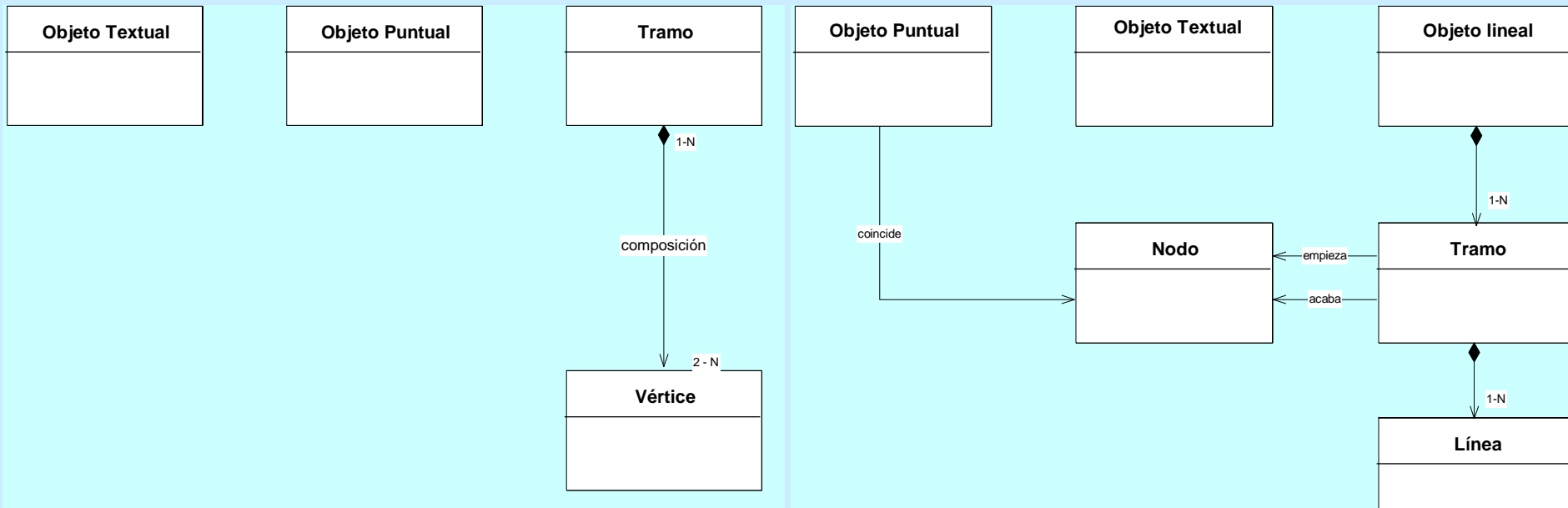
T1.4 Tipos de SIG y MDT

- Objeto: Cualquier fenómeno existente en el mundo real o en un mapa
- Objeto puntual: Objeto simple cerodimensional (X, Y, Z) que puede ser un fenómeno existente tanto en el mundo real como en un mapa.
- Objeto lineal: Objeto simple unidimensional descrito por una sucesión de tramos, puede referirse a un fenómeno del mundo real o del mapa
- Objeto superficial: Objeto simple bidimensional, descrito por varios perímetros y centroides, que representan fenómenos del mundo real o mapa
- Objeto textual: Objeto simple cerodimensional (X, Y, Z) que representa un texto existente en un mapa (alfanumérico)

T1.4 Tipos de SIG y MDT

Modelo espagueti

- No considera estructura topológica, tan sólo geometría
- Basado en elementos de 0-D (puntuales y textuales) y unidimensionales (tramos)



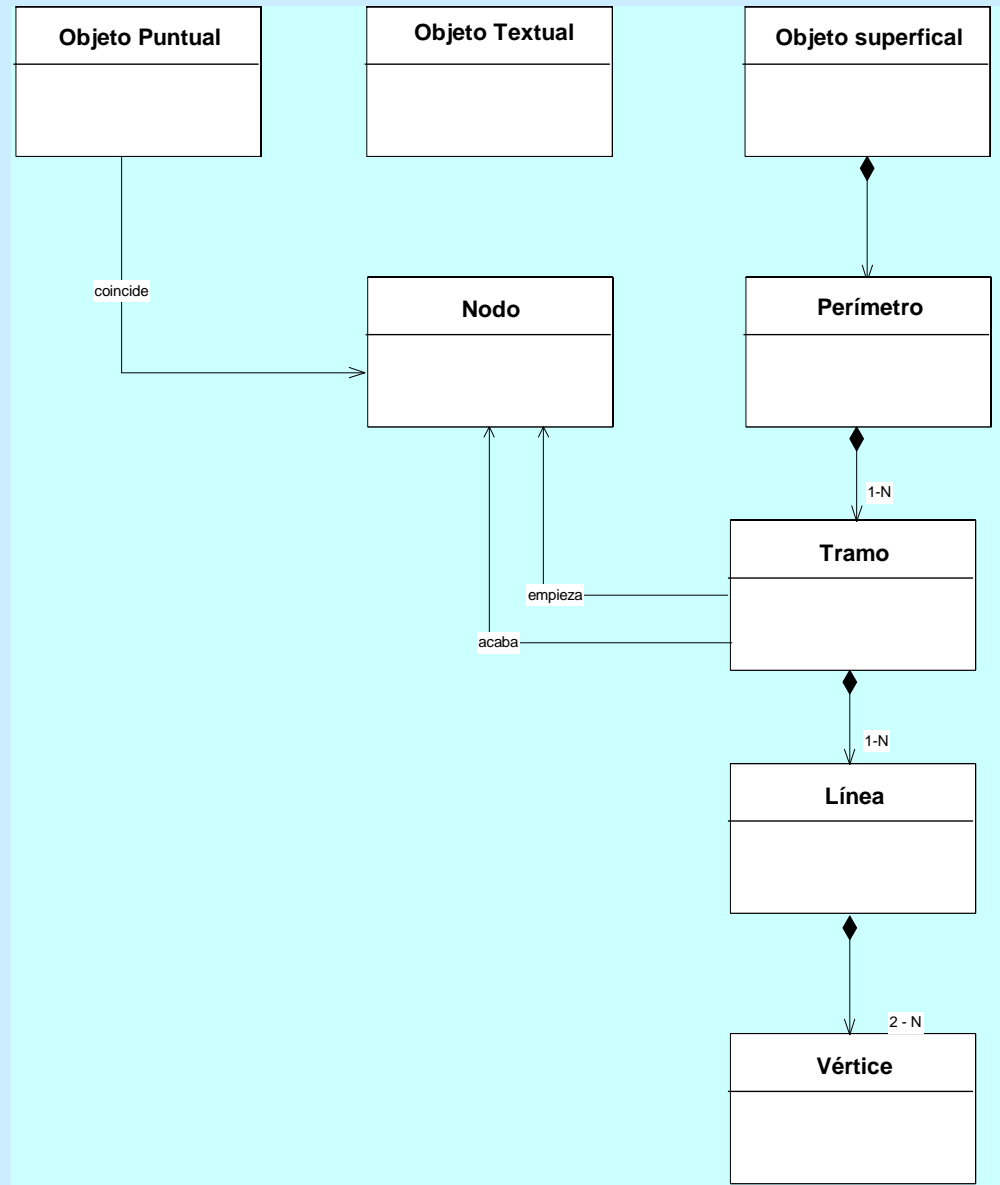
Modelo arco-nodo

- Sin objetos superficiales pero con redes de elementos lineales
- Basado en elementos 0-D (textos, puntos, nodos y vértices) y 1-D (líneas, tramos)

T1.4 Tipos de SIG y MDT

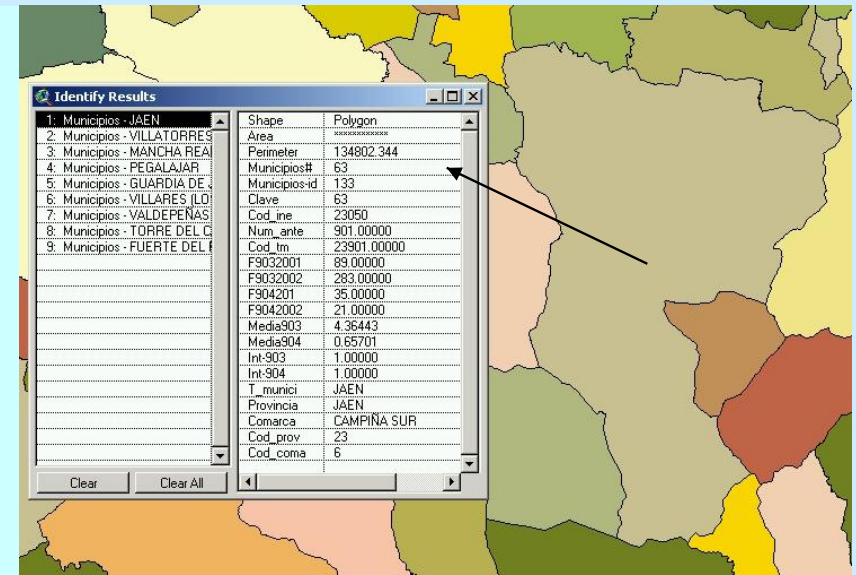
Topología completa

- Considera el plano formado por un continuo de objetos superficiales



T1.4 Tipos de SIG y MDT

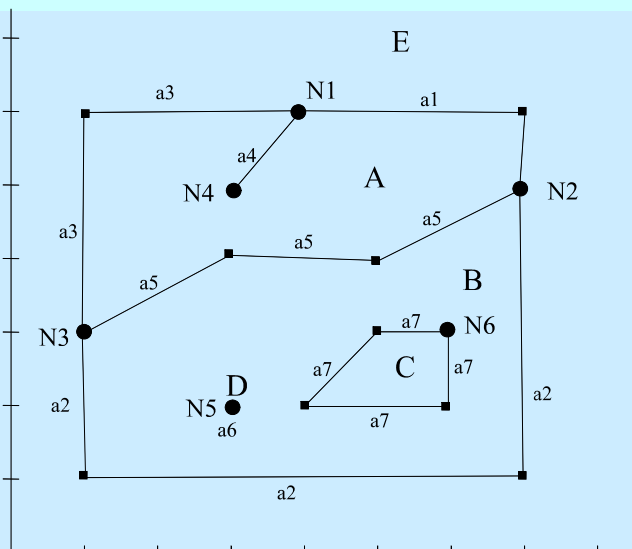
- Bases de datos duales: geográfica y temática
- La vinculación entre ambas se realiza mediante índices (numéricos) para cada elemento gráfico
- Asociar de manera inequívoca registros de las BD relacionales con elementos en la BD gráfica
- Puede utilizarse una o más tablas, con uno o más atributos



- La estructuración temática vectorial (como la raster) se realiza mediante una organización de las informaciones gráficas por capas o temas
- Así, para cartografía topográfica se dispone de una(s) capa(s) para la hidrografía, otra(s) para la altimetría, otra(s) para comunicaciones, etc.
- Se usa como criterio de estructuración tanto el tema como el tipo de elementos (puntual, lineal, zonal), y la topología que conlleva cada capa

T1.4 Tipos de SIG y MDT

- Componente espacial: incluye coordenadas y relaciones topológicas
- La posición de los objetos:
 - Puntos: x, y
 - Líneas y zonas: $x_1, y_1; x_2, y_2; \dots; x_n, y_n$
- Relaciones topológicas: En tablas como los atributos
- Los atributos en tablas internas a cada SIG, cada vez más en tablas externas



Topología de Polígonos				
Polígonos			Arcos	
A	a1, a3, a5			
B	a2, a5, *a6, *a7			
C	a7			
D	a6			
E	Polígono Exterior			
Topología de Arcos				
Arcos	Nodo origen	Nodo fin	Polígono izquierda	Polígono derecha
a1	N1	N2	E	A
a2	N2	N3	E	B
a3	N3	N1	E	A
a4	N4	N1	A	A
a5	N3	N2	A	B
a6	N5	N5	B	B
a7	N6	N6	B	C
Topología de Nodos				
Nodo			Arcos	
N1			a1, a3, a4	
N2			a1, a2, a5	
N3			a2, a3, a5	
N4			a4	
N5			a6	
N6			a7	
Coordenadas de los Arcos				
Arco	Inicio (x,y)	Vértices intermedios (x,y)	Fin (x,y)	
a1	30, 60	70, 60	70, 50	
a2	70, 50	70, 10; 10, 10	10, 30	
a3	10, 30		40, 60	
a4	30, 50	10, 60	40, 60	
a5	10, 30	30, 40; 50, 40	70, 50	
a6	30, 20		30, 20	
a7	60, 30	60, 20; 40, 20; 50, 30	60, 30	

T1.4 Tipos de SIG y MDT

- Afecta a las tres facetas de información: geometría, topología y atributos
- En geometría y topología hay muchos formatos:
 - De vocación gráfica: Procedentes generalmente de CAD (DXF, DGN)
 - Propios de SIG: Propios de algunos programas de gran difusión (Shape, Export y Ungenerate de ESRI , MIF de Mapinfo)
 - Neutros estandarizados: Procedentes de asociaciones o institutos de normalización (DIGEST, NTF, MIGRA español)
- En los atributos: formatos de tabla propios, de SGBD externas, y ASCII
- Desarrollo de estándares abiertos como propone OpenGIS Consortium y normas ISO

T1.4 Tipos de SIG y MDT

1. Conceptos

2. Modelo raster

3. Modelo vectorial

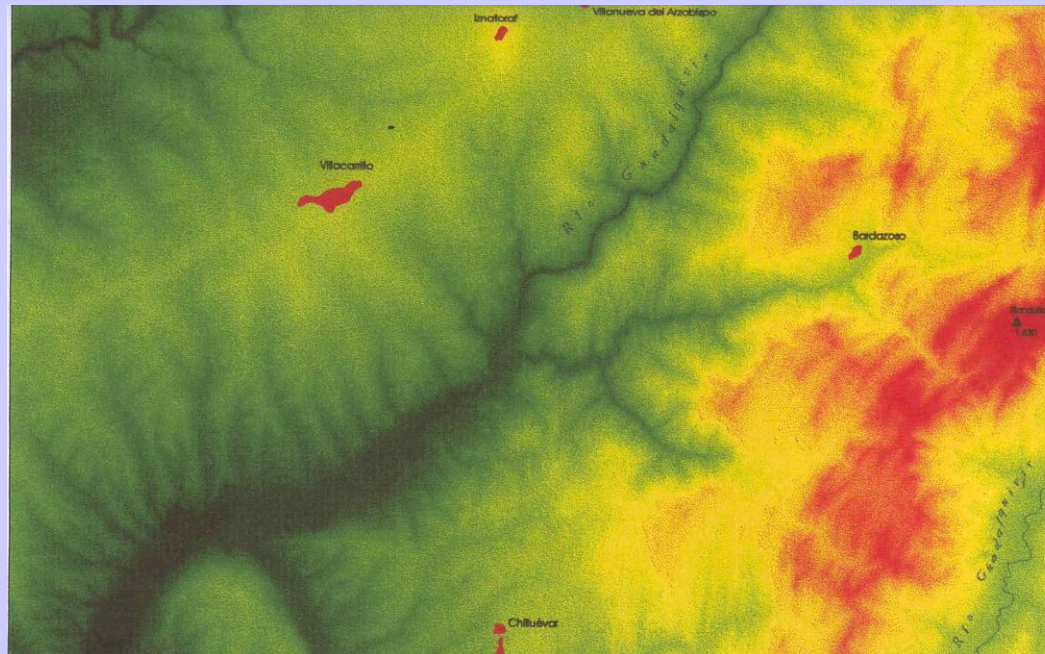
4. M. Digital del Terreno

- Concepto de MDT y MDE
- Modelos derivados del MDE

5. M. Digital Elevaciones

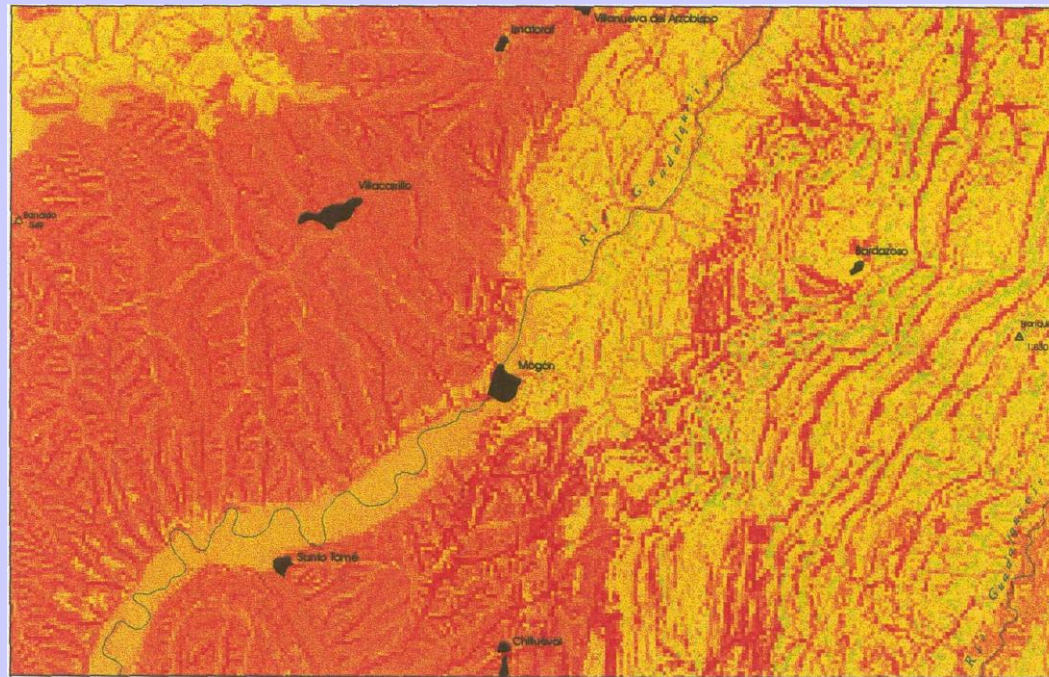
T1.4 Tipos de SIG y MDT

- Los Modelos Digitales del Terreno son un concepto muy importante en la cartografía actual, responden a modelos vectorial o raster
- MDT: Representa la distribución espacial de una propiedad numérica de la superficie del terreno
- MD de Superficie: Representa la superficie del terreno con todos los elementos que soporta
- MD de Elevaciones: Representa las elevaciones de la superficie topográfica del terreno



T1.4 Tipos de SIG y MDT

- Otros modelos derivados directos del MDE:
 - Pendientes y exposición de laderas
 - Iluminación o sombreado
 - Curvatura, rugosidad, etc.
- Otros modelos más complejos: reflectancia, cuencas hidrográficas y visuales
- Combinados con otros datos: temperaturas, precipitaciones, hidrológicos, riesgos, capacidad, etc.



T1.4 Tipos de SIG y MDT

1. Conceptos

2. Modelo raster

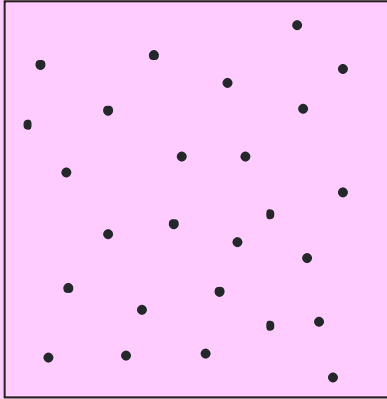
3. Modelo vectorial

4. M. Digital del Terreno

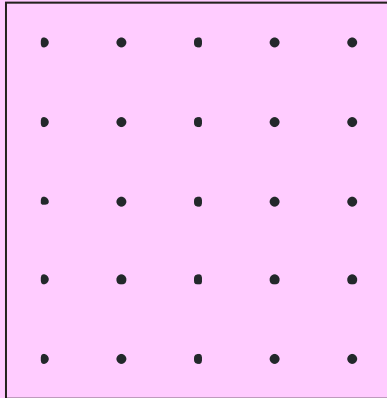
5. M. Digital Elevaciones

- Alternativas raster/vector
- Topología MDE
- Intercambio

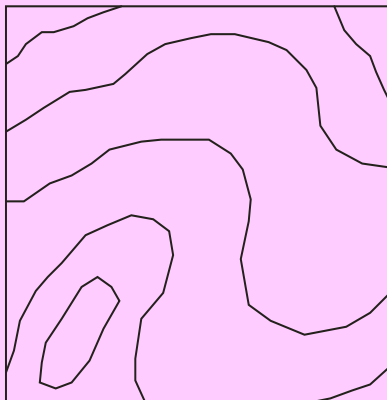
T1.4 Tipos de SIG y MDT



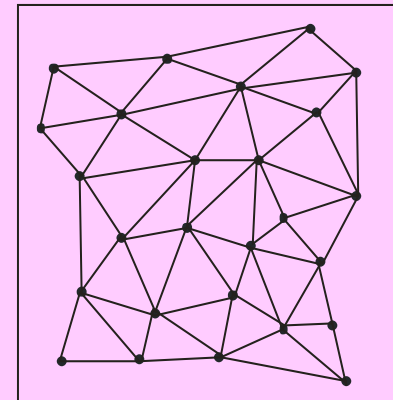
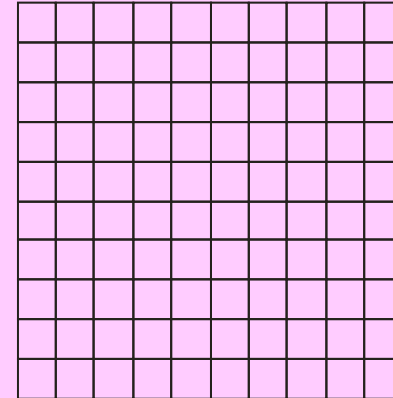
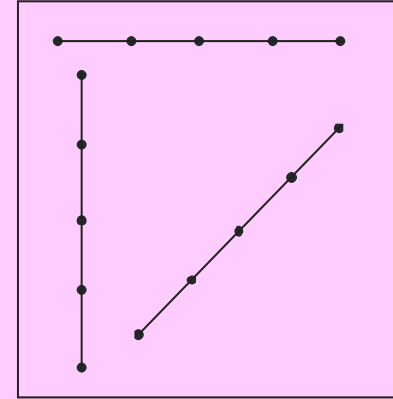
- Nubes de puntos: Poco estructurados
- Topografía clásica o GPS
- Almacenaje sencillo (coordenadas xyz)
- Perfiles: Secuencia ordenada de puntos
- Topografía clásica o GPS
- Almacenaje de puntos o vectores ordenados



- Malla: Líneas de perfil paralelas y espaciadas
- Interpolación otros modelos o fotogrametría
- Almacenamiento en archivos puntuales
- Rejilla regular: Alternativa raster a mallas
- Fotogrametría, Teledetección, otros modelos
- Tamaño constante o variable de celdas



- Curvas de nivel: Líneas curvas irregulares
- Interpolación de topografía o fotogrametría
- Almacenamiento vectorial de las curvas
- Red de triángulos irregulares (RTI)
- Derivarse de rejillas o curvas de nivel
- Almacenamiento vectorial topológico

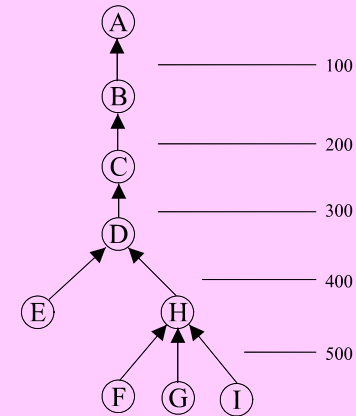
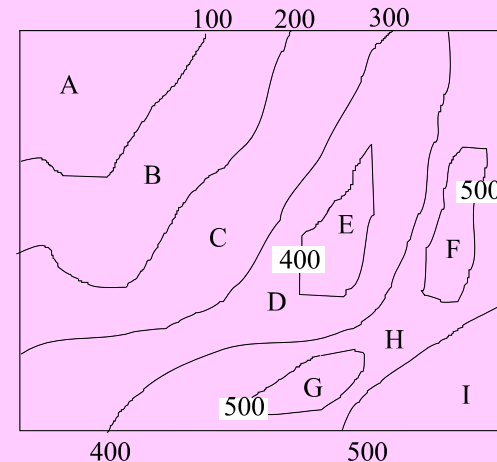


T1.4 Tipos de SIG y MDT

- Alternativas vectoriales: sólo soportan topología curvas de nivel y las RTI

Curvas de nivel

- Modelo clásico de curvas de nivel no estructurado (no análisis)
- Dotarlo de relaciones topológicas entre curvas, reconocer zonas
- Grafo orientado descendente (zonas dentro de zonas)



RTI

- Más adecuado resultan las RTI que quedan definidas por un conjunto de:
 - Primitivas (vértices, aristas y triángulos)
 - Relaciones topológicas
- Modelos para almacenar topología basados en:
 - Vértices: Se almacenan relaciones entre vértices y las otras se derivan
 - Triángulos: Se almacenan relaciones triángulo-triángulo y triángulo-vértice
 - Aristas: Se almacenan las relaciones arista-vértice, arista-triángulo y arista-arista (es la más eficiente)

T1.4 Tipos de SIG y MDT

- Nube de puntos: Mediante ficheros ASCII que almacenan las coordenadas xyz (gran volumen)
- Los perfiles son poco comunes en cartografía
- Las mallas mediante ficheros ASCII
- Las rejillas regulares: ficheros de imagen (TIFF, BMP, JPEG, etc.) o ASCII
- Las curvas de nivel (no topológicas) mediante archivos de programas CAD (DXF, DGN ...)
- Las RTI no se suelen intercambiar con topología, y se reducen a nubes de puntos (ASCII)